ASPECTS BIOGEOGRAPHIQUES DE LA DISTRIBUTION DES MICROMAMMIFERES DANS LE LIMOUSIN (FRANCE)

N. INDELICATO

45, rue de l'Alma F-87100 Limoges

RESUME - Des investigations réalisées dans la partie granitique du Limousin ont porté sur près de vingt mille pelotes de réjection de *Tyto alba* afin d'étudier la distribution des micromammifères présents dans ces pelotes. Leur étude montre l'existence de vingt-deux petits Mammifères et met en lumière la diversité de la région. Des facteurs comme le paysage humide et fermé ou plus sec et ouvert, le nombre de jours de gel, la prairie temporaire commandent la distribution des espèces. Seuls *Microtus subterraneus* et *Muscardinus avellanarius* sont à la limite occidentale de leurs aires. Les lacunes dans la distribution d'*Apodemus flavicollis*, d'*Arvicola terrestris,* de *Microtus arvalis*, de *Myoxus glis* et de *Neomys anomalus* sont discutées. Le groupement médioeuropéen et le groupement sud-occidental de micromammifères participent au peuplement du Limousin.

MOTS CLES - Biogéographie, facteurs écologiques, distribution, micromammifères, Limousin.

BIOGEOGRAPHICAL ASPECTS IN THE DISTRIBUTION OF THE SMALL MAMMALS IN THE LIMOUSIN (FRANCE)

SUMMARY - Investigations were carried out in the granite part of the Limousin to study almost twenty thousand pellets of *Tyto alba* and analyse the distribution of small Mammals found in these pellets. Their study showed the existence of twenty-two small Mammals and emphasized the diversity of the country. Several ecological factors such as the wet and closed or drier and open landscape, the number of days with frost, artificial meadows mainly acted on the distribution of species. Only *Microtus subterraneus* and *Muscardinus avellanarius* were in the southwestern limit of their areas of distribution. The gaps in the distribution of *Apodemus flavicollis*, *Arvicola terrestris, Microtus arvalis*, *Myoxus glis* and *Neomys anomalus* are discussed. The central European group and the southwestern European group of small Mammals contributed to the population of the Limousin.

KEY WORDS - Biogeography, ecological factors, distribution, small Mammals, Limousin.

INTRODUCTION

Le Massif central est considéré par Saint Girons (1989) comme un carrefour de faunes et aussi comme une zone refuge. Dans cet ensemble, le Limousin apparaît comme une région de transition entre le bassin d'Aquitaine sédimentaire à l'ouest et les reliefs élevés du Massif central à l'est. L'atlas des Mammifères de France (S.F.E.P.M., 1984) met en évidence des traits de répartition spécifiques au Limousin : présence d'espèces jumelles dans les genres *Apodemus, Arvicola*, *Neomys*, *Pitymys* et *Sorex* du groupe *araneus*, extinction de *Microtus arvalis* au sud de la Corrèze difficile à interpréter (Saint Girons et Spitz, 1966 ; Le Louarn et Saint Girons, 1977). Le but du présent travail

est de montrer en quoi l'organisation de la distribution des petits Mammifères reflète l'hétérogénéité de notre région à travers l'effet de facteurs environnementaux. Des cartes replacent les Mammifères dans l'Eurasie (MacDonald et Barrett, 1995).

MATERIELS ET METHODES

Les Mammifères sont identifiés par l'analyse des pelotes de *Tyto alba* collectées sur 35 sites du Limousin granitique de 1994 à 1997, avec près de 800 à 1400 proies par site et par an (Tab. I ; Annexes I et II). Les sites se répartissent entre les plaines de la périphérie régionale (11), les zones de collines (13) et de montagne (11). Ils sont représentatifs de la diversité des paysages du Limousin (Fig. 1). La recherche des pelotes et l'identification des espèces proies sont de l'auteur.

Espèces - taxons Paramètres du milieu	Années de récolte, communes et nombre de proies identifiées		Effectif (n) de chaque espèce dans les 35 sites	Nombre de sites sur 35 où l'espèce est présente
	1997	1996		
Micromammifères	Auriac...	Chambonchard...		
Apodemus flavicollis	13	13	505	29
A. sylvaticus	184	204	11628	35
Clethrionomys glareolus	34	24	2680	35
Microtus agrestis	158	112	9859	35
M. arvalis	200	613	13558	35
Crocidura russula	90	130	8239	35
Sorex coronatus	88	63	7262	35
S. minutus	14	10	1084	35
Neomys anomalus	2	1	157	28
N. fodiens	9	2	310	34
Arvicola sapidus	1	3	217	33
A. terrestris	38	43	1704	25
Microtus pyrenaicus	10	6	1017	35
M. subterraneus	0	5	232	18
Micromys minutus	8	7	233	32
Muscardinus avellanarius	0	3	29	10
Talpa europaea	0	4	61	27
Eliomys quercinus	0	2	23	12
Myoxus glis	0	3	17	10
Mus musculus	1	6	221	34
Rattus norvegicus	0	2	55	22
R. rattus	1	2	18	13
groupe Amphibiens	5	10	549	33
groupe Divers	1	5	125	33
Total des proies	857	1273	59783	
Altitude (m)	600	320		
Pluviométrie (mm)	1250	801		
Nombre de jours de gel	79	99		
Ouverture du milieu (%)	48 %	70 %		
Nombre de bâtiments	29	45		

TABLEAU I - Tableau espèces - sites (une partie) relatif à l'inventaire des proies présentes dans les pelotes de réjection de *Tyto alba* récoltées sur les 35 sites de l'étude numérique.

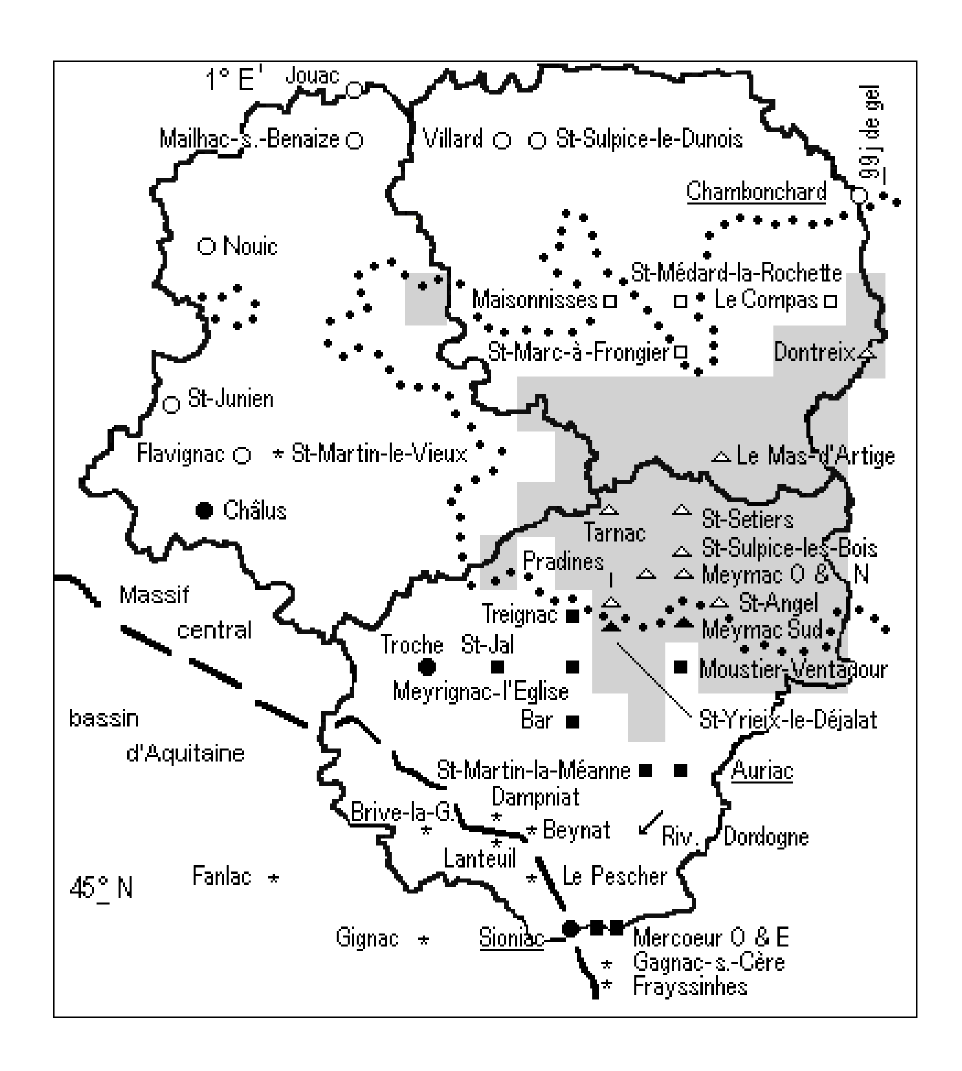


Figure 1 - Localisation des 35 sites de l'analyse numérique. D'autres sites (croix) ne sont pas concernés par l'analyse statistique.

Brive-la-Gaillarde recouvre trois sites : Saint-Viance 140 m d'altitude, La Chapelle-aux-Brocs 220 m et Lissac-sur-Couze 200 m. La cartographie est celle de l'IGN au 1/50000e. Départements du Limousin : la Haute-Vienne, la Creuse et au sud la Corrèze. Surface du Limousin : 16942 km². Point culminant : 976 m, près de Meymac.
Selon le climat : symboles noirs, climat atlantique relativement humide et doux ; symboles clairs, climat atlantique évoluant progressivement vers une tendance continentale. La ligne de changement du régime des pluies va de Jouac au Mas-d'Artige et longe l'extrême Est de la Corrèze jusqu'à Auriac, atlantique à l'ouest, continental de transition à l'est (Vilks, 1991).
Distribution altitudinale des sites : plaine (< 400 m, cercles), colline (< 650 m, carrés) et montagne (≥ 650 m, triangles, zone grise). La Montagne limousine comprend le plateau de Millevaches.
La ligne pointillée délimite les sites < 99 jours de gel par an à l'ouest et > 99 jours à l'est (jusqu'à 130). Les hauteurs de Meymac à Saint-Setiers dominent les adrets et marquent le partage des eaux vers les bassins de la Loire et de la Garonne. Les gros tirets indiquent le contact du Massif central granitique avec le bassin d'Aquitaine sédimentaire.

L'identification des proies recourt aux publications spécialisées et aux ouvrages suivants : Saint Girons, 1973 ; Chaline et *al.*, 1974 ; Hausser et Jammot, 1974 ; Le Louarn et Saint Girons, 1977 ; Hausser, 1978 ; Wolff et *al.*, 1980 ; Catalan et Poitevin, 1981 ; Erome et Aulagnier, 1982 ; Brunet-Lecomte, 1986 ; Poitevin et *al.*, 1986 ; Menu et Popelard, 1987 ; Cuisin, 1989 ; Castells et Mayo, 1993 ; Brunet-Lecomte et *al.*, 1996 ; Turni et Muller, 1996 ; Indelicato et Charissou, 1997.

Cinq paramètres du milieu sont étudiés sur chacun des trente-cinq sites de prospection. **Le premier** porte sur la pluviométrie annuelle (de 801 à 1661 mm) et **le second** sur le nombre annuel de jours de gel (de 64 à 130 jours) : ces données proviennent ou ont été extrapolées des cartes de Vilks (1991). **Le troisième** concerne l'altitude du lieu dans lequel les pelotes ont été récoltées (de 200 à 890 m, moyenne 524 m, écart-type 185 m) et a été déterminé d'après les cartes IGN au 1/50000e. L'altitude toutefois est corrélée au gel et à la pluie (r_s = 0,84 et r_s = 0,72 respectivement, $P < 0{,}001$), aux ruptures de pente aussi et aux refuges dans des paysages « d'hier ». Le rayon de chasse est fixé à 1 km autour du site car le nombre élevé de pelotes confirme que le rapace, la pluie aidant, est sédentaire. **Le quatrième** paramètre est l'ouverture du milieu (de 15 à 97 %) ou pourcentage de surface non boisée calculé dans un cercle transparent et millimétré correspondant à 1 km de rayon centré sur le site. **Le cinquième** est le nombre de bâtiments d'habitation et de ferme (entre 15 et 90) comptés dans le même cercle, élargi parfois à 1,25 km de rayon si les bâtiments touchent le cercle.

Les données sont traitées par une analyse factorielle des correspondances (AFC) et par une classification hiérarchique des espèces et des sites en utilisant le logiciel STAT-ITCF (1988). Ces traitements résument l'information contenue dans le tableau espèces - sites. Le logiciel EXCEL ® a permis de réaliser les graphiques et de faire les calculs concernant le coefficient de corrélation et les indices qui permettent d'apprécier la diversité du peuplement en micromammifères des stations. Le coefficient de corrélation des rangs de Spearman (r_s) mesure la relation qui existe entre deux séries de données, sans la contrainte de « normalité », avec une probabilité (P) de commettre une erreur qui soit faible et inférieure à 0,05 ou 5 % (Couty et *al.*, 1996). L'indice de Shannon (H) mesure la diversité spécifique du milieu qui dépend du nombre d'espèces présentes et de leur abondance, puis l'indice de régularité (E) permet de comparer la diversité spécifique de différents peuplements (in Dajoz, 1996).

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse factorielle des correspondances (AFC)

Le tableau espèces-sites réalisé contient en colonne les 35 sites et en ligne l'effectif en valeur absolue de 24 taxons. On recense 22 espèces de micromammifères (Rongeurs et Insectivores), le groupe des Amphibiens et celui des espèces accidentelles (Divers). Le total s'élève à 59783 proies.

Le tableau espèces - sites (Annexe II A et B) est traité par analyse factorielle des correspondances simples, en mettant les paramètres du milieu en éléments supplémentaires hors calculs. L'analyse extrait trois axes ou facteurs écologiques qui résument 76,6 % de l'information contenue dans les données. L'analyse renvoie le degré de dépendance des espèces aux axes dégagés (Tab. II) et les représentations graphiques des résultats (exemple en figure 2). Les contributions des sites et des espèces à la constitution des axes, indiquées par l'analyse des correspondances, sont utilisées pour trouver la signification des axes. Il est possible aussi, au moyen du coefficient de corrélation de Spearman (r_s), de mettre en relation les coordonnées des sites sur les axes issus de l'analyse des correspondances avec les paramètres du milieu, ce qui facilite l'interprétation de chaque axe.

L'axe 1 (49,2 % de l'inertie) est expliqué par l'altitude (r_s = - 0,78), par la pluie (r_s = - 0,79) et par l'ouverture du paysage (r_s = 0,76, $P < 0{,}001$). Si l'on en juge par ces valeurs, quand l'altitude s'abaisse, les précipitations annuelles diminuent et l'ouverture du paysage augmente (par l'impact de

l'activité humaine). Les contributions à la formation de l'axe sont celles de Saint-Yrieix-le-Déjalat face à Saint-Sulpice-le-Dunois, de *Microtus agrestis* face à *Microtus arvalis*. Les altitudes respectives des deux sites en cause sont de 747 m et 310 m, les hauteurs de pluie de 1661 mm et 880 mm, les ouvertures du paysage de 60 % et 85 %. L'axe 1, de direction S-N, oppose la montagne humide et fermée à la plaine plus sèche et découverte, et deux espèces typiques de ces paysages.

L'axe 2 (17,4 % de l'inertie) est en corrélation significative avec le gel ($r_s = 0{,}64$, $P < 0{,}001$). Les jours avec gel augmentent suivant un gradient d'orientation SO-NE. Châlus et *Crocidura russula* contribuent à la formation de l'axe par rapport à Le Compas et à *Sorex coronatus*. Le premier site côté doux au vent d'océan est caractérisé par 68 jours de gel par an, le second par 108 jours de gel. Le climat océanique évolue vers une tendance continentale (gel, remontée des pluies d'été et climat moins pluvieux dans l'ensemble) par opposition des versants et par éloignement vers l'est.

L'axe 3 (10 % de l'inertie) n'est pas corrélé aux paramètres du milieu définis. La présence d'*Arvicola terrestris* dans la commune de Mercoeur Est contribue à sa formation par rapport à celle des Amphibiens de la région de Châlus. Un agriculteur de Mercoeur Est (communication personnelle) a toujours connu le rongeur, pas le ravageur qui à présent pullule dans certaines prairies. L'extension de la prairie temporaire portant des plantes fourragères riches, au détriment de la prairie permanente ou semi-naturelle, est bénéfique à l'espèce (Saucy, 1988 ; Kopp, 1993).

Signification donnée aux facteurs de l'AFC	Milieu moins pluvieux (ouvert)	Gel (continentalité)	Pas ou peu de prairie temporaire	Somme des valeurs
Apodemus flavicollis	39 -	6	5 -	50 %
A. sylvaticus	15 -	30 -	0	45 %
Clethrionomys glareolus	27 -	11 -	1 -	39 %
Microtus agrestis	75 -	0	1	76 %
M. arvalis	90	8	1 -	99 %
Crocidura russula	26	52 -	4	82 %
Sorex coronatus	52 -	35	3	90 %
S. minutus	44 -	14	8	66 %
Neomys anomalus	30 -	9	3	42 %
N. fodiens	32 -	19	9	60 %
Arvicola sapidus	4 -	12 -	7	23 %
A. terrestris	25 -	0	67 -	92 %
Microtus pyrenaicus	4 -	41 -	7	52 %
M. subterraneus	1 -	42	3	46 %
Micromys minutus	4	9	11	24 %
Muscardinus avellanarius	1	21	0	22 %
Talpa europaea	15	12	1	28 %
Eliomys quercinus	2	4	0	6 %
Myoxus glis	3	8 -	2	13 %
Mus musculus	1	9 -	2	12 %
Rattus norvegicus	9	0	0	9 %
R. rattus	0	0	15 -	15 %
groupe Amphibiens	2	0	18	20 %

TABLEAU II - Degré de dépendance des espèces par rapport aux facteurs dégagés par l'AFC (valeur en pourcentage).

Le signe « - » mis à droite des valeurs signifie que la coordonnée du point espèce est négative ; il donne le sens dans lequel agit le facteur. Les facteurs expliquent à près de 50 % ou plus les exigences écologiques de onze espèces.

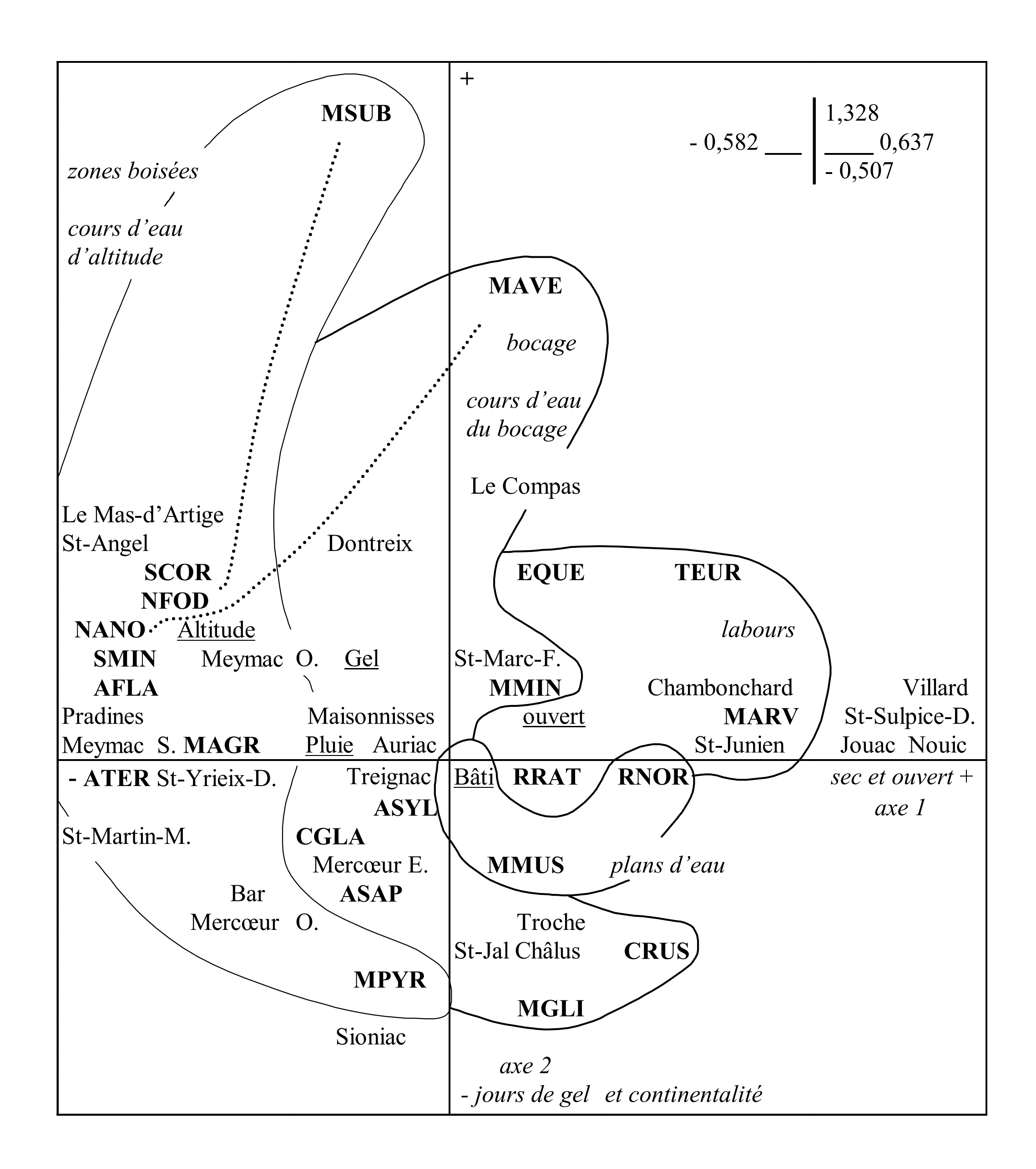


Figure 2 - Dispersion des espèces et de quelques sites du Limousin granitique dans le plan principal de l'AFC. Les résultats de la classification des espèces (voir ci-contre) sont ajoutés.

Les coordonnées extrêmes des espèces sont celles d'*Arvicola terrestris* et *Microtus arvalis* sur l'axe 1, de *Myoxus glis* et *Microtus subterraneus* sur l'axe 2. Amphibiens et Divers se confondent avec le point « Bâti ». Abréviations et noms des vingt-deux micromammifères :

AFLA	*Apodemus flavicollis*, Mulot à collier	MMIN	*Micromys minutus*, Rat des moissons
ASAP	*Arvicola sapidus*, Campagnol amphibie	MMUS	*Mus musculus*, Souris grise
ASYL	*Apodemus sylvaticus*, Mulot sylvestre	MPYR	*Microtus pyrenaicus*, Campagnol des Pyrénées
ATER	*Arvicola terrestris*, Campagnol terrestre	MSUB	*Microtus subterraneus*, Campagnol souterrain
CGLA	*Clethrionomys glareolus*, Camp. roussâtre	NANO	*Neomys anomalus*, Musaraigne de Miller
CRUS	*Crocidura russula*, Musaraigne musette	NFOD	*Neomys fodiens*, Musaraigne aquatique
EQUE	*Eliomys quercinus*, Lérot	RNOR	*Rattus norvegicus*, Rat surmulot
MAGR	*Microtus agrestis*, Campagnol agreste	RRAT	*Rattus rattus*, Rat noir
MARV	*Microtus arvalis*, Campagnol des champs	SCOR	*Sorex coronatus*, Musaraigne couronnée
MAVE	*Muscardinus avellanarius*, Muscardin	SMIN	*Sorex minutus*, Musaraigne pygmée
MGLI	*Myoxus glis*, Loir gris	TEUR	*Talpa europaea*, Taupe d'Europe.

Groupements des espèces par la classification hiérarchique descendante (distance du khi2)

Le tableau espèces - sites est traité par une méthode de classification qui subdivise l'ensemble des espèces en petits groupements qui montrent une forte similarité de biotope (Fig. 3). Le premier groupement, depuis *Arvicola terrestris* jusqu'à *Microtus pyrenaicus*, comprend les espèces fouisseuses ou forestières des biotopes pluvieux où les prairies toujours en herbe et la forêt sont en voisinage. Le second révèle les espèces plus actives à la surface du sol que fouisseuses : il est expliqué par *Clethrionomys glareolus* et par *Muscardinus avellanarius*, espèces caractéristiques des buissons et des boisements à sous-bois dense (Le Louarn et Saint Girons, 1977), souvent riverains ou en marge des terres cultivées. Le troisième rassemble *Rattus rattus, Microtus arvalis, Talpa europaea* et *Eliomys quercinus*, espèces fouisseuses qui occupent les biotopes ouverts, même dénudés, pourvu qu'ils ne soient pas hydromorphes. *Microtus subterraneus* et *Neomys fodiens*, aptes à creuser des terriers (Saint Girons, 1973), vont ensemble près des cours d'eau et forment le quatrième. La réunion de *Rattus norvegicus*, de *Mus musculus* et des Amphibiens dans le cinquième paraît résulter de leur propension à venir près des étangs. Liés aussi aux rives des cours d'eau, à condition que le couvert végétal soit dense, *Muscardinus avellanarius* et *Neomys anomalus* constitueraient le sixième. La classification fait ressortir l'importance du couvert végétal et des cours d'eau. Elle complète l'AFC. Si les *Neomys* amphibies sont largement répandus, *Muscardinus avellanarius* et *Microtus subterraneus* n'existent que dans le nord-est du Limousin : les espèces forment donc deux groupements localement forts, ce que ne suggère pas l'AFC qui est globale. Pour visualiser les groupements sur la figure 2, on peut dessiner des enveloppes autour des espèces ou les relier par un trait.

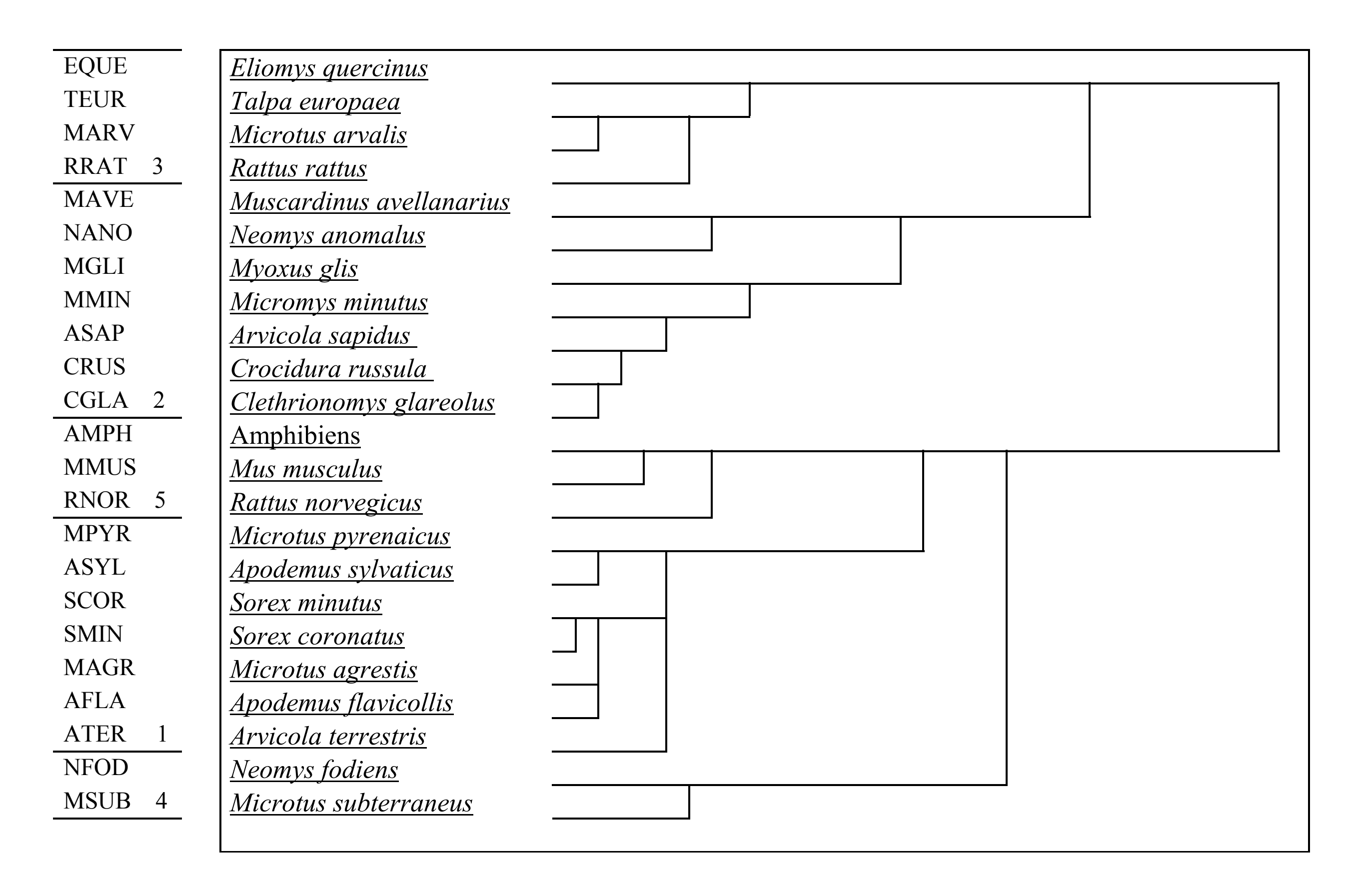


Fig. 3 - Arbre hiérarchique (dendrogramme) représentant les affinités écologiques entre les espèces.

Répartition des sites en sept groupes

Le sous-sol granitique imperméable et le climat atlantique caractérisent une large part du Limousin. Les températures moyennes annuelles chutent de 12 °C à 7,5 °C (Vilks, 1991). Toutefois, la frange méridionale de Brive à Sioniac (bassin de Brive sédimentaire) de type thermo-atlantique (Ozenda, 1994) fait exception. La bordure cristalline surélevée du Massif central s'arrête là au-dessus du bassin d'Aquitaine, par des versants en pente forte de plus de 30 % et laissés à la forêt par nécessité (Bonfils, 1976).

Sur la base seule de la composition en micromammifères, l'AFC rassemble les sites de plaine à droite de l'axe 1 à l'exception de Sioniac (Fig. 2). Châlus et Troche sont entraînés vers le bas de l'axe 2. Saint-Yrieix-le-Déjalat et Meymac Sud sont localisés à part des sites d'altitude. Les sites collinéens des adrets de St-Jal à Mercoeur ou Auriac, et des ubacs de Maisonnisses au Compas sont échelonnés le long de l'axe 2 à l'exception de Saint-Martin-la-Méanne. Mais Auriac éloigné à l'est se confond presque avec Maisonnisses. Dans chaque classe d'altitude, plaine, colline et montagne, les sites sont répartis en deux groupes : le premier face aux vents humides d'origine océanique est concerné par un climat humide et plus ou moins doux ; le second se rapporte à un climat océanique qui évolue progressivement vers une tendance continentale. Aux six groupes ainsi distingués, il faut ajouter le septième, l'extrême sud thermo-atlantique.

Le tableau III des espèces par rapport aux sept groupes de sites montre la présence de quatorze Mammifères sur la quasi-totalité de la région d'étude. *Myoxus glis* manque en montagne. *Muscardinus avellanarius* et *Microtus subterraneus* ne se rencontrent pas dans les zones de climat humide et doux. Il en est de même pour *Arvicola terrestris* et pour *Apodemus flavicollis* qui manquent dans la plaine de climat humide et doux. En plaine nord, la richesse spécifique (S 22) est maximale car les petites faunes venues de l'est et du sud s'imbriquent. La diversité spécifique et l'indice de régularité sont toutefois moins élevés car 48,3 % de *Microtus arvalis* dominent le peuplement. L'abondance des espèces change avec l'altitude. *Microtus arvalis* ne compte plus que pour 9,5 %, *Crocidura russula* fléchit, par contre *Microtus agrestis*, les *Sorex* et les *Neomys* progressent, ce qui produit un équilibre car les indices s'élèvent et se stabilisent. Le flanc sud-ouest, Monts de Châlus et Troche dans la plaine AH, possède une richesse spécifique moindre (S 16).

SYNTHESE SUR LA DISTRIBUTION DES PETITS MAMMIFERES

Les rongeurs forestiers se déplaçant en zone ouverte

Apodemus flavicollis est plus attaché à la forêt d'altitude, à la futaie, que le groupe *Clethrionomys glareolus* - *Apodemus sylvaticus* car ces derniers sont inféodés aussi aux taillis de basse altitude. Or *Apodemus flavicollis* n'est pas très lié au gel et il occupe aussi la forêt de plaine : bassin de Brive, gorges de la Benaize, chênes riverains de Villard, vallée de Chambonchard. Sa présence va de pair avec celle de grands arbres, essentiellement les feuillus car les résineux de la montagne AH lui conviennent moins (Tab. III). Si l'homme n'était pas intervenu, il serait présent partout. Les Monts de Châlus (plaine AH), boisés, assez humides mais séparés de la Montagne par une large plaine, en restent dépourvus : son faible pouvoir de dispersion est en cause. *Apodemus flavicollis* semble être un bioindicateur de la continuité forestière. Notre région convient moins aux dormeurs suivants.

Classes des altitudes Groupes de sites Symboles de la figure 1	plaine TC ○	 AH ●	 TH ●	colline TC □	 AH ■	montagne TC Δ	 AH ▲	% sur 59783 proies
Apodemus flavicollis	0,2	-	1,1	1,2	1,3	1,2	0,8	0,8
A. sylvaticus	15	22,5	31	18,7	23,5	18,5	18	19,3
Clethrionomys glareolus	2,2	4,7	4	4,9	6,2	4	5,5	4,5
Microtus agrestis	7	13	23	13,3	18,5	24	23	16,5
M. arvalis	48,3	22	0,3	24,5	13,8	13,7	9,5	22,7
Crocidura russula	17,7	24,2	27,5	8,5	14,5	6	12,2	13,8
Sorex coronatus	4,8	4,7	6,2	17,8	10,3	20	17,7	12,2
S. minutus	0,6	0,8	1	2,6	1,8	3	2,5	1,8
Neomys anomalus	0,05	0,2	-	0,4	0,2	0,5	0,4	0,3
N. fodiens	0,1	0,4	0,2	1	0,5	0,9	0,4	0,5
Arvicola sapidus	0,1	1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,3	0,4
A. terrestris	0,3	-	0,1	1,4	5,3	3,3	6,5	2,9
Microtus pyrenaicus	0,8	3,5	1,7	1,2	2,4	1,5	1,5	1,7
M. subterraneus	0,2	-	-	1,3	-	1	-	0,4
Talpa europaea	0,2	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,04	0,1
Micromys minutus	0,5	0,4	0,2	0,6	0,2	0,5	0,2	0,4
Muscardinus avellanarius	0,1	-	-	0,2	-	0,1	-	0,05
Eliomys quercinus	0,05	-	-	0,1	0,02	0,03	0,01	0,04
Myoxus glis	0,03	0,1	0,1	0,04	0,02	-	-	0,03
Mus musculus	0,4	0,3	2,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4
Rattus norvegicus	0,2	0,05	0,1	0,1	0,1	0,03	0,1	0,1
R. rattus	0,05	-	0,1	0,01	0,04	0,01	0,07	0,03
groupe Amphibiens	1	2,2	0,2	1,3	0,4	0,7	0,9	1
groupe Divers: Chiroptères,	0,05		0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Mustela nivalis,	0,01							0,002
M. erminea,					0,01			0,002
Oryctolagus cuniculus,				0,01				0,002
Oiseaux.	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,04	0,1
Total (%) aux arrondis près	100	100	100	100	100	100	100	100
S richesse spécifique (maximale 22)	22	16	18	22	20	21	19	moyen-
H diversité spécifique (maximale 4,5)	2,25	2,65	2,45	2,95	2,9	2,9	2,95	nes sur
E indice de régularité (de 0 à 1)	0,55	0,65	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	35 sites
Moyenne des altitudes (m)	280	360	300	565	526	742	699	524
Moyenne annuelle des pluies (mm)	876	1129	1125	1004	1324	1355	1506	1187
Moyenne annuelle des jours de gel	74	72	66	103	80	118	92	91
Moyenne des ouvertures du paysage	83 %	77 %	60 %	71 %	54 %	58 %	61 %	65 %
Moyenne des nombres de bâtiments	43	58	90	38	43	40	50	44

TABLEAU III - Composition spécifique (fréquences en %) et autres données par rapport aux sept groupes de sites. Climat : TC, atlantique évoluant vers une tendance continentale ; AH, atlantique relativement humide et doux ; TH, thermo-atlantique à Sioniac.

Un sous-bois dense est favorable à *Myoxus glis* (deuxième groupement, fig. 3). Il est présent au revers nord du relief, de Maisonnisses à Chambonchard, son opposition au gel n'est donc pas flagrante. La lacune brutale de répartition en montagne semble d'ordre alimentaire. Elle coïncide bien avec le changement de qualité de la forêt nourricière. Au-dessus de 650 m (entre 600 et 750 m), le châtaignier thermophile ne fructifie plus et la hêtraie acidiphile à fruticée pauvre remplace la chênaie et la haie à gros fruits. *Eliomys quercinus* évite les sols hydromorphes (groupement avec *Talpa*) : c'est un animal saxicole qui préfère les éboulis de montagne (Le Louarn et Spitz, 1974). *Muscardinus avellanarius* franchit mal vers l'ouest la limite des régimes des pluies près de laquelle il est en-

core présent : gorges de la Benaize, Maisonnisses et, à 800 m en ubac, Le Mas-d'Artige. Les deux derniers sites sont, de surcroît, exposés durant sept mois à une moyenne des maximales inférieure à 15,5 °C. Rappelons que la température critique pour l'hibernation de *Muscardinus avellanarius* est 15-16 °C (Saint Girons, 1973). Ainsi au nord-est, les automnes plus frais, qui allongent la durée de l'hibernation, et les hivers moins pluvieux pourraient le protéger. Il se comporte comme une espèce continentale. L'anthropisation de la plaine nord-ouest et le sous-bois peu dense de la futaie acidiphile d'altitude le privent de son habitat et réduisent son aire naturelle. Mais la lacune qui s'étend des adrets à la plaine sud-ouest et au bassin de Brive, favorable par ses boisements, mais de climat atlantique humide et doux, s'apparente bien à une limite d'aire.

Les petits campagnols se nourrissant en surface

Un paysage moins pluvieux et très ouvert explique à 90 % les variations des effectifs de *Microtus arvalis* et son écologie. Les résultats concordent avec ceux des auteurs : il occupe le terrain dans le cas des terres dénudées car l'agriculture est intensive (Spitz, 1981) ; à climat égal, l'ouverture du paysage contrôle son abondance (Delattre et *al*., 1996). *Microtus agrestis*, à la fois hygrophile (voir aussi Grenot et *al*., 1982) et résistant à un peu de sécheresse estivale, est indifférent à la température aussi bien dans les prairies permanentes que dans les zones préforestières. Leur opposition traduit le partage du biotope et la séparation des niches écologiques.

Sur la figure 4, la disparition de *Microtus arvalis* se constate à Sioniac, 1125 mm de pluie, et à Saint-Martin-la-Méanne, 1275 mm. Comme le montre le tableau IV, la perturbation est méridionale et s'étend de la frange corrézienne aux régions avoisinantes du Limousin. La réduction de la surface du biotope bien qu'alarmante n'explique pas le fait car à Saint-Sulpice-les-Bois, 1400 mm de pluie, 8 % de *Microtus arvalis* résistent alors qu'ils sont dans le site le plus fermé (Fig. 4).

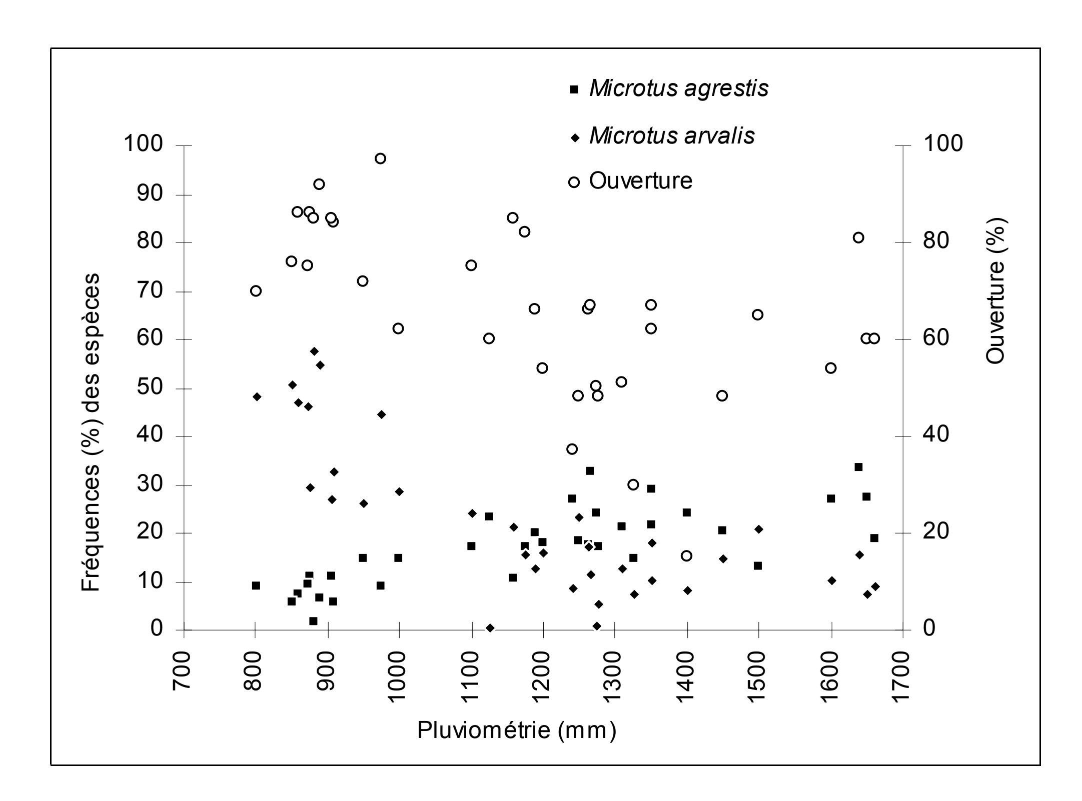


Figure 4 - Fréquences des deux campagnols prairiaux par rapport au degré d'ouverture du milieu et à la pluviométrie annuelle dans les 35 sites étudiés.

	Altitude	*Microtus arvalis* Fréquence (%)	Ouverture du paysage	Géologie	*Microtus agrestis* Fréquence (%)
Bassin de Brive :					
St-Viance à l'entrée ouest	140 m	16,5	65 %	grès	33,5
La-Chapelle-aux-Brocs	220 m	0	40 %	grès	21,5
Lanteuil	189 m	0	50 %	grès	27,5
Le Pescher	200 m	0	65 %	grès	32,5
Beynat	460 m	0	35 %	granite	26
Sioniac à l'entrée est	300 m	0,3	60 %	grès, diorite	23
Dampniat (Corrèze)	200 m	0	40 %	diorite	32,5
St-Martin-le-Vieux (Haute-Vienne)	290 m	42,5	95 %	diorite	8,5
Fanlac (Dordogne)	223 m	7	45 %	calcaire, argile	14,5
Gignac (Lot)	250 m	0	40 %	calcaire, argile	23
Gagnac-sur-Cère (Lot)	180 m	0	20 %	granite	19
Frayssinhes (Lot)	345 m	9,5	60 %	granite	14
Montlaur (Aveyron)	350 m	58,5	75 %	grès	1,5

Tableau IV - Fréquences de *Microtus arvalis* et de *M. agrestis* dans le Limousin et dans les régions avoisinantes par rapport aux caractères des sites (pluviométries de 880 à 1100 mm).

L'extinction ne dépend pas de la nature du sous-sol, *Microtus arvalis* vit sur le granite, la diorite, le grès et le calcaire ou l'argile à graviers du causse. Saint Girons (1989) observe une coïncidence entre la disparition du rongeur à la pointe de la Bretagne ou en Méditerranée et la moyenne des maximales de juin (19 °C dans la première région, 25 °C dans la seconde). Cependant nos sites froids de Meymac Ouest et de Peyrelevade, où cette moyenne est de 19 °C, en fournissent 15 % et 30 % respectivement. Saint-Viance, Fanlac ou Montlaur l'abritent avec une moyenne de 24 °C, mais pas le bassin de Brive avec la même moyenne (donnée climatique, Kessler et Chambraud, 1990).

Microtus arvalis fait défaut quand les zones boisées enclavent les zones ouvertes. La topographie de Bar aux gorges de la Dordogne correspond à une pénéplaine à pente nulle, difficile à drainer et boisée. Les campagnes, larges ou non, prises dans la matrice forestière ne communiquent plus de proche en proche. La théorie de la biogéographie insulaire prédit que le risque d'extinction d'une population insulaire s'élève si son taux d'immigration ou de colonisation est faible (Mac Arthur et Wilson, 1967, in Dajoz, 1996). Par analogie avec les îles vraies, les campagnes isolées au sein des boisements sont des « îles continentales ». *Microtus arvalis* ne s'implante pas à Saint-Martin-la-Méanne car les voiries boisées peuplées de *Microtus agrestis* et la forêt doivent freiner sa dispersion. Son aire se fragmente. Des terres closes caractérisent non seulement cette pénéplaine, mais encore la bordure cristalline étagée de Brive aux gorges de la Dordogne, le bassin de Brive raviné et le causse boisé de Gignac (Quercy) ponctué de dolines discontinues en poche. La conjonction des quatre paysages fermés réalise une barrière continue de 60 km à l'immigration de *Microtus arvalis* depuis les zones ouvertes de l'Aquitaine et du Massif central. Cet ensemble, qu'il ne franchit pas par les entrées ouest et est du bassin de Brive, a pour lui un caractère « d'île continentale ».

Les deux petits campagnols ayant un mode de vie souterrain

Microtus subterraneus occupe tous les sites du nord-est de la région. Il suit les cours d'eau et la forêt d'altitude (groupement avec *Neomys fodiens*, fig. 3). Il s'arrête à la pointe nord-ouest du

Limousin près des gorges de la Benaize. Il parvient dans la zone pluvieuse et froide des sources, puis à la barrière des 99 jours de gel à Pradines, Meymac Ouest, Meymac Nord, Saint-Angel et Sarroux à l'extrême Est. Il disparaît en adret à Treignac, à Saint-Yrieix-le-Déjalat et à Meymac Sud. Il n'est plus à l'abri, comme à l'ubac du relief, des vagues de douceur hivernale venues du sud. Il se heurte à l'hiver doux, c'est une espèce continentale. Il représente la seule espèce à la limite nette de sa répartition dans notre région. *Microtus pyrenaicus* est partout présent, plus souvent en exposition méridionale. Il ne fuit pas le gel, il n'est corrélé qu'avec la pluie ($r_S = 0,43$, $P < 0,02$) et sans excès. Il lui faut des prairies humides, toujours en herbe et voisines de boisements (premier groupement, fig. 3). C'est une espèce atlantique. Sa progression est freinée par la prairie temporaire. Classées dans l'ex-genre *Pitymys*, ces espèces presque jumelles (Chaline et Mein, 1979 ; Chaline et Brunet-Lecomte, 1992) occupent des aires complémentaires mais sont en sympatrie dans notre région.

Les cinq musaraignes

Crocidura russula se sépare du groupe écologique formé par les autres musaraignes. Le gel ne l'épargne pas et les constructions l'attirent : elle est thermophile et anthropophile, relativement xérophile. La corrélation avec le nombre de bâtiments est significative ($r_S = 0,47$, $P < 0,01$). Le groupement avec *Clethrionomys glareolus* souligne une prédilection pour les lieux où le couvert végétal est suffisant (Fig. 3). Tous les résultats concordent avec ceux des auteurs : l'anthropophilie lui permet de survivre dans un climat rude en Suisse, sa répulsion pour les endroits trop découverts est capitale (Genoud et Hausser, 1979) ; *Crocidura russula*, espèce ouest-méditerranéenne, abonde dans les garrigues denses du Midi de la France (Poitevin et *al.*, 1987).

Les quatre espèces sauvages, *Sorex coronatus*, *S. minutus, Neomys anomalus* et *N. fodiens* progressent dans les lieux humides et boisés d'altitude car elles sont acclimatées au froid, la partie continentale paraissant plus hospitalière (Tab. III). Les musaraignes trouveraient là un milieu pérenne et peu perturbé car le caractère continental n'est pas une nécessité. Ainsi l'ubac moins pluvieux par un « effet de foehn » et plus froid par inversion des températures dans les vallées (sites TC, Tab. III), maintient la chênaie-hêtraie et la litière hivernale favorable tandis que l'adret hyperatlantique, où deux mètres d'eau sont déversés certaines années, permet l'enrésinement et la prairie temporaire. Fanlac, dans un paysage de falaise calcaire présentant une pluviométrie annuelle de 900 mm, une température annuelle de 11,5 °C, retient les cinq musaraignes. Alors que *Crocidura russula* et *Sorex coronatus* sont présents à des taux respectifs élevés (28 et 19 %), *Neomys anomalus*, parti à la reconquête de son aire disjointe (S.F.E.P.M., 1984), déborde enfin le Limousin. Le biotope de ce dernier se rapproche de celui de *Muscardinus avellanarius* (noté aussi par Taberlet, 1982). Les bois riverains que sauvegardent les ruptures de pente sur Meymac ou Maisonnisses sont propices à *Neomys anomalus*, autant que le relief accidenté du sud de l'Europe où l'espèce est confinée.

Les eaux froides d'altitude, peu minéralisées en calcium et oligotrophes sur granite, ne font pas obstacle aux gammares qui durcissent leur carapace et muent même en hiver (Vincent, 1971). Or les deux *Neomys* amphibies en consomment. Le réseau hydrographique de 500 m de cours d'eau par km² est dense dans le Limousin. Il tombe à 200 m dans quelques poches que *Neomys anomalus* déserte entre Nouic et Villard. *Neomys fodiens* occupe seul le milieu grâce à un pouvoir de dispersion supérieur (Taberlet, 1982), protégé peut-être par un mode de vie plus souterrain. La restauration des haies devrait résorber les lacunes. Descendus du plateau granitique avec la rivière Vézère, les deux *Neomys* côtoient Meymac, Treignac, Troche et Fanlac. *Neomys anomalus* effleure donc le bassin de Brive (par Beynat aussi) qu'il pourrait occuper un jour. Ces espèces jumelles sont des bioindicateurs de la qualité de l'eau et des rives préservées.

Les musaraignes coexistent le plus souvent mais n'occupent pas les mêmes niches. La plus grande similarité de biotope dans le Limousin existe pourtant entre *Sorex minutus* et *S. coronatus* (Fig. 3). L'opposition entre *Crocidura russula* et *Sorex coronatus*, espèces analogues par la taille et litiéricoles, résume la disjonction suffisante des deux niches grâce au climat et à l'éthologie. Ainsi le décalage saisonnier des abondances atténue la compétition en pleine nature (Fig. 5). Si le pic de printemps et le déclin hivernal de *Sorex coronatus* évoquent le cycle de la reproduction, le pic hivernal de *Crocidura russula* étonne. Mais nos printemps maussades retardent sa reproduction.

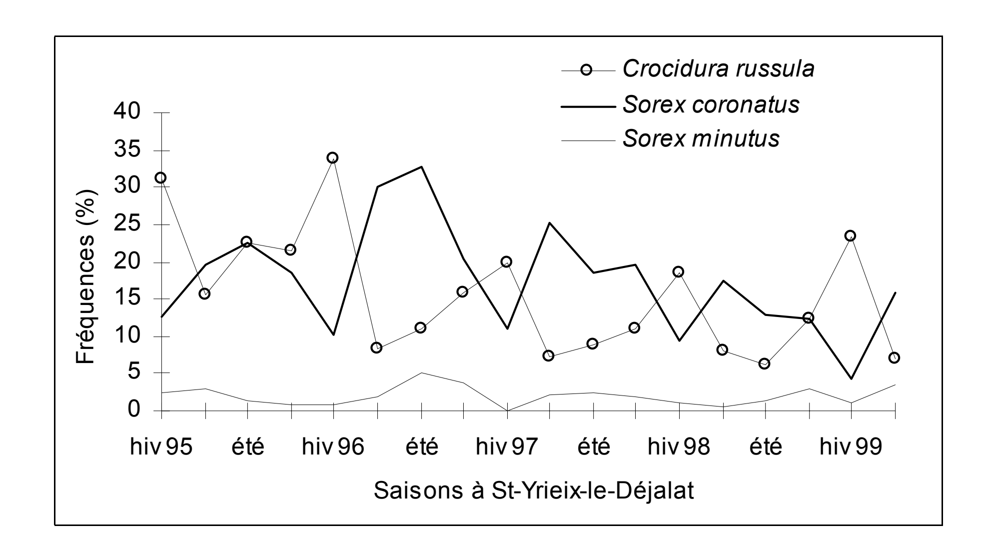


Figure 5 - Variations saisonnières des fréquences chez trois musaraignes communes chassées par *Tyto alba* pendant quatre années dans une prairie de fauche barrée par la forêt, et alternance des maxima d'abondance (l'hiver regroupe les mois de décembre, janvier et février).

Les gros campagnols du genre **Arvicola**

Arvicola sapidus est répandu le long des cours d'eau si la végétation riveraine est dense (deuxième groupement, fig. 3). Il dépend de la pluie ($r_s = 0,49$, $P < 0,01$). C'est une espèce hygrophile de tendance atlantique. *Arvicola terrestris*, hygrophile (et Grenot *et al.*, 1982), dépendant fortement d'un couvert végétal (et Saucy, 1988), appartient au premier groupement. Il est indifférent au gel. Entré dans le bocage par la vallée boisée de Chambonchard sous 801 mm de pluie, il se comporte comme un ravageur à effectif instable dans la prairie temporaire (Fig. 6). Il pourrait occuper toute la région, mais sa progression d'est en ouest s'arrête dans la plaine large et découverte à l'ouest de Saint-Sulpice-le-Dunois et de Saint-Jal, ainsi que dans le bassin de Brive morcelé. En conséquence, il reste coupé des Monts de Châlus assez humides et favorables (plaine AH). Nos cours d'eau non gelés favorisent la dispersion des deux espèces affines et sympatriques.

La longueur du diastème supérieur (espace sans dents entre les incisives et les prémolaires) est corrélée au poids d'*Arvicola terrestris* (Saucy, 1988). Sur 192 individus dénombrés dans les pelotes de 1996-1997 à Saint-Yrieix-le-Déjalat, les chiffres ont fourni 28 % de juvéniles pesant moins de 45 g, 43 % de subadultes pesant moins de 65 g et 29 % d'adultes. Le poids moyen de ces campagnols est de 55 g, les poids extrêmes sont de 11 et 96 g. Les piégeages à la pince surprennent rarement des individus de 100 à 130 g, ce qui indique que la dispersion est surtout le fait des jeunes animaux. L'apparition des juvéniles contribue aux pics d'abondance si bien que le rythme annuel des variations reflète le cycle de la reproduction (Fig. 6).

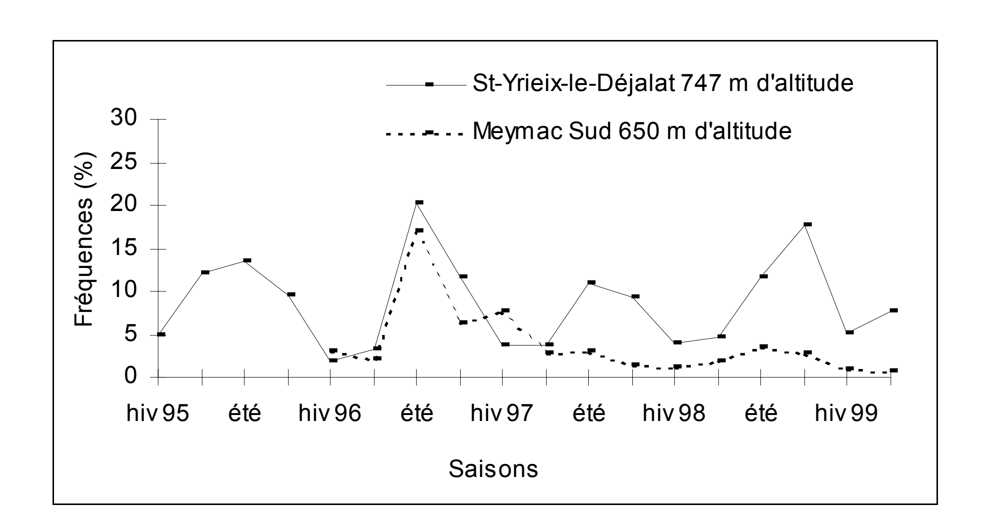


Figure 6 - Variations saisonnières (trait plein) et fluctuations (tirets) sans action de l'homme des fréquences d'*Arvicola terrestris* sur deux sites boisés des adrets qui représentent la montagne AH.

Les Muridés non forestiers

Micromys minutus est disséminé à toutes les altitudes, depuis Saint-Viance (140 m) jusqu'à Meymac Ouest (890 m) où il fournit son plus fort taux (1,4 %). Le bocage cultivé et riverain de points d'eau, comme à Saint-Junien (1,2 %), lui est favorable. Son habitat d'origine est dans les roselières. Sa place près d'*Arvicola sapidus* n'est donc pas étonnante (Fig. 3). Il délaisse un milieu trop fermé et la prairie temporaire perturbée : c'est pourquoi il se raréfie en adret (AH) et manque dans trois sites (les deux Mercoeur et Saint-Martin-la-Méanne). Parmi les espèces commensales, *Rattus rattus* se distingue de ses congénères, *Rattus norvegicus* et *Mus musculus*. Il circule en terrain plus sec (avec *Microtus arvalis* et *Talpa*, fig. 3). En Méditerranée où il vit à l'état sauvage, *Rattus rattus* mange les plantes à rhizomes, à feuilles ou à fleurs de valeur nutritionnelle élevée ainsi que les cônes des résineux (Cheylan, 1988). Comme le montre le tableau II, à l'instar d'*Arvicola terrestris*, la prairie temporaire bien qu'humide lui serait propice.

CONCLUSION

Le peuplement du Limousin n'est pas homogène car les espèces du groupement médioeuropéen et du groupement sud-occidental y participent. Le premier comprend des espèces de large amplitude écologique et de large répartition : *Sorex minutus* et *Neomys fodiens* occupent même l'Eurasie tandis que *Microtus subterraneus* et *Muscardinus avellanarius* sont à la limite occidentale de leurs aires. Le second groupement montre des aires réduites et une minorité de quatre espèces parentes de celles du premier mais caractéristiques du domaine atlantique : *Microtus pyrenaicus*, *Arvicola sapidus*, S*orex coronatus* et une fraction de *Neomys anomalus*. En raison de son anthropophilie, *Crocidura russula* représente de façon marginale le groupement méditerranéen.

Sur les terres hautes affectées par la déprise agricole, l'enrésinement excessif constitue un danger pour la biodiversité. Par contre, les alvéoles granitiques avec le creux humide et le haut drainé structurent les paysages et tempèrent l'action de l'homme. Les espèces du bocage, des rives, de la forêt et des écotones correspondants coexistent et le milieu reste favorable à la biodiversité.

REMERCIEMENTS

P. Brunet-Lecomte de l'Université de Bourgogne a vérifié des déterminations (*Apodemus flavicollis*, *Neomys anomalus*, *Microtus pyrenaicus*). F. Spitz Directeur de Recherches honoraire à l'INRA a encouragé l'orientation biogéographique de l'étude. D. Dumont et deux réviseurs anonymes ont apporté leurs conseils lors de la relecture du texte.

REFERENCES

BONFILS, P. (1976) - Carte pédologique de la France au 1/100000e de Brive. INRA, Paris, 135 p.

BRUNET-LECOMTE, P. (1986) - Etude anatomique de deux populations de Mulot, genre *Apodemus* (Rodentia, Muridae), du Bas-Dauphiné (Sud-Est de la France). *Bull. Mens. Soc. Linn. de Lyon*, 55, 331-335.

BRUNET-LECOMTE, P., NADACHOWSKI, A., SIRUGUE, D. & INDELICATO, N. (1996) - A propos d'un rhombe pitymyen à la première molaire inférieure chez les campagnols *Microtus arvalis* et *Microtus agrestis* (Rodentia, Arvicolidae). *Mammalia,* 60, 491-495.

CASTELLS, A. & MAYO, M. (1993) - Guía de los mamiferos en libertad de España y Portugal. Ediciones Pirámide, Madrid*,* 470 p.

CATALAN, J. & POITEVIN, F. (1981) - Les crocidures du midi de la France : leurs caractéristiques génétiques et morphologiques; la place des populations corses. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 292, 1017-1020.

CHALINE, J. , BAUDVIN, H., JAMMOT, D. & SAINT GIRONS, M.-C. (1974) - Les proies des rapaces (petits mammifères et leur environnement). Doin, Paris, 141 p.

CHALINE, J. & BRUNET-LECOMTE, P. (1992) - Anatomie de la radiation européenne des Arvicolidés (Rodentia) : un test quantifié du modèle des équilibres/déséquilibres ponctués. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 314, 251-256.

CHALINE, J. & MEIN, P. (1979) - Les Rongeurs et l'évolution. Doin, Paris, 235 p.

CHEYLAN, G. (1988) - Les adaptations écologiques de *Rattus rattus* à la survie dans les îlots méditerranéens (Provence et Corse). *Bull. Ecol.*, 19, 417-426.

COUTY, F., DEBORD, J. & FREDON, D. (1996) - Probabilités et statistiques. Collection Flash U. Masson, Paris, 2è édition, 208 p.

CUISIN, J. (1989) - L'identification des crânes de Passereaux. D.E.S., Fac. Sci., Bourgogne, 340 p.

DAJOZ, R. (1996) - Précis d'écologie. Dunod, Paris, 6è édition, 551 p.

DELATTRE, P., GIRAUDOUX, P., BAUDRY, J., QUERE, J.-P. & FICHET, E. (1996) - Effect of landscape structure on Common Vole (*Microtus arvalis*) distribution and abundance at several space scales. *Landsc. Ecol*., Amsterdam, 11, 279-288.

EROME, G. & AULAGNIER, S. (1982) - Contribution à l'identification des proies des Rapaces. *Bièvre*, 4, 129-135.

GENOUD, M. & HAUSSER, J. (1979) - Ecologie d'une population de *Crocidura russula* en milieu rural montagnard (Insectivora, Soricidae). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 33*,* 539-554.

GRENOT, C., PASCAL, M. & SELLAMI, M. (1982) - L'équilibre hydropondéral chez le Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 294, 629-634.

HAUSSER, J. (1978) - Répartition en Suisse et en France de *Sorex araneus* et de *Sorex coronatus* (Mammalia, Insectivora). *Mammalia*, 42, 329-341.

HAUSSER, J. & JAMMOT, D. (1974) - Étude biométrique des mâchoires chez les *Sorex* du groupe *araneus* en Europe continentale (Mammalia, Insectivora). *Mammalia*, 38, 324-343.

INDELICATO, N. & CHARISSOU, I. (1997) - Les musaraignes du genre *Neomys* en Limousin. *Epops*, 97 (1), 41-56.
KESSLER, J. & CHAMBRAUD, A. (1990) - Météo de la France. J.C. Lattès éditeur, 391 p.
KOPP, R. (1993). - Étude de l'impact de la forme fouisseuse du Campagnol terrestre, *Arvicola terrestris* Scherman, sur la végétation d'une prairie. Thèse Doct. Fac. Sci., Lausanne, 120 p.
LE LOUARN, H. & SAINT GIRONS, M.-C. (1977) - Rongeurs de France. INRA, Paris, 161 p.
LE LOUARN, H. & SPITZ, F. (1974) - Biologie et écologie du Lérot, *Eliomys quercinus*, dans les Hautes-Alpes. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 28, 544-563.
MACDONALD, D. & BARRETT, P. (1995) - Guide complet des Mammifères de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 304 p.
MENU, H. & POPELARD, J.-B. (1987) - Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionidés de l'ouest européen. *Le Rhinolophe,* 4, 88 p.
OZENDA, P. (1994) - Végétation du Continent Européen. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 271 p.
POITEVIN, F., CATALAN, J., FONS., R. & CROSET, H. (1986) - Biologie évolutive des populations ouest - européennes de crocidures. I - Critères d'identification et répartition géographique de *Crocidura russula* et *Crocidura suaveolens*. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 41, 299-314.
POITEVIN, F., CATALAN, J., FONS., R. & CROSET, H. (1987) - Biologie évolutive des populations ouest - européennes de crocidures. II - Ecologie comparée de *Crocidura russula* et de *Crocidura suaveolens* dans le Midi de la France et en Corse : rôle probable de la compétition dans le partage des milieux. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 42, 39-58.
SAINT GIRONS, M.-C. (1973) - Les Mammifères de France et du Bénélux. Doin, Paris, 481 p.
SAINT GIRONS, M.-C. (1989) - Les Mammifères en France. Sang de la terre, Paris, 248 p.
SAINT GIRONS, M.-C. & SPITZ, F. (1966) - A propos de l'étude des micromammifères par l'analyse des pelotes de Rapaces. Intérêt et limites de la méthode. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 113, 3-18.
SAUCY, F. (1988) - Dynamique de population, dispersion et organisation sociale de la forme fouisseuse du Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris* Scherman). Thèse Doct., Fac. Sci., Neuchâtel, 366 p.
S.F.E.P.M. (1984) - Atlas des Mammifères sauvages de France. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, 299 p.
SPITZ, F. (1981) - Un mode de traitement mathématique des données numériques concernant les petits Mammifères en France. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 298, 189-194.
STAT-ITCF (1988) - Manuel d'utilisation. Institut Technique des Céréales et des Fourrages. Service des études statistiques, Boigneville, 210 p.
TABERLET, P. (1982) - Etude de l'écologie des micromammifères du Bas-Chablais (Haute-Savoie) à partir des pelotes de réjection de Chouette effraie. Thèse Doct., Fac. Sci., Grenoble, 112 p.
TURNI, H. & MULLER, E.-F. (1996) - Unterscheidung der Spitzmausarten *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* mit Hilfe einer neuen Diskriminanzfunktion. *Z. Saügetierkunde*, 61, 73-92.
VILKS, A. (1991) - Analyse chorologique de la flore vasculaire du Limousin. Thèse Doct., Fac. Sci., Limoges, 1, 241 p., 2, 374 p.
VINCENT, M. (1971) - Ecologie et écophysiologie des Gammaridés épigés du Centre-Ouest. Thèse Doct., Fac. Sci., Limoges, 132 p.
WOLFF, P., HERTIG-STRASCHIL, B. & BAUER, K. (1980) - *Rattus rattus* und *Rattus norvegicus* in Österreich und deren Unterscheidung an Schädel und postcranialem Skelett. *Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum*, 9, 141-188.

N° INSEE	Année (s) de récolte	Commune des sites	Altitude (m)	N proies
19 014	1997	1 Auriac	600	857
19 016	1993 et 1997	2 Bar	510	2021
87 032	1995 à 1997	3 Châlus	360	3900
23 046	1996	4 Chambonchard	320	1273
23 073	1996	5 Dontreix	650	1113
87 066	1996 et 1997	6 Flavignac	326	1601
87 080	1995	7 Jouac	200	1213
23 066	1995 et 1996	8 Le Compas	598	1748
23 125	1996	9 Le-Mas-d'Artige	800	1135
87 090	1995	10 Mailhac-sur-Benaize	260	920
23 118	1994 à 1996	11 Maisonnisses	580	2984
19 133	1997	12 Mercoeur Ouest	420	1062
19 133	1995 et 1996	13 Mercoeur Est	532	2037
19 136	1995 et 1996	14 Meymac Nord	710	2254
19 136	1996	15 Meymac Ouest	890	999
19 136	1995 à 1997	16 Meymac Sud	650	2866
19 137	1994 et 1995	17 Meyrignac-l'Eglise	550	2203
19 145	1994	18 Moustier-Ventadour	609	1130
87 108	1996 et 1997	19 Nouic	231	2073
19 168	1994	20 Pradines	730	784
19 260	1994	21 Sioniac	300	945
19 180	1995	22 Saint-Angel	720	796
19 213	1995	23 Saint-Jal	430	1390
87 154	1996 et 1997	24 Saint-Junien	251	2567
23 211	1994 et 1995	25 Saint-Marc-à-Frongier	540	1817
19 222	1996	26 Saint-Martin-la-Méanne	524	901
23 220	1994	27 Saint-Médard-la-Rochette	540	1288
19 241	1995	28 Saint-Setiers	720	1247
23 244	1996 et 1997	29 Saint-Sulpice-le-Dunois	310	2088
19 244	1996	30 Saint-Sulpice-les-Bois	770	860
19 249	1995 à 1997	31 Saint-Yrieix-le-Déjalat	747	4054
19 265	1994 et 1995	32 Tarnac	690	1972
19 269	1995 et 1996	33 Treignac	560	2362
19 270	1996 et 1997	34 Troche	360	2317
23 263	1997	35 Villard	340	1006
		Total		59783
19 023	1996	Beynat	460	607
19 068	1994	Dampniat	200	968
19 043	1996	La Chapelle-aux-Brocs	220	1322
19 105	1994	Lanteuil	189	1061
19 163	1994	Le Pescher	200	1054
19 117	1997	Lissac-sur-Couze	210	269
19 164	1993	Peyrelevade	840	772
19 252	1996	Sarroux	660	912
87 166	1995	Saint-Martin-le-Vieux	290	147
19 246	1994	Saint-Viance	140	353
24 174	1997	Fanlac	223	1497
46 115	1994	Frayssinhes	345	535
46 117	1994	Gagnac-sur-Cère	180	317
46 118	1996	Gignac	250	507
12 154	1995	Montlaur	350	1148

ANNEXE I - Liste des 35 sites de l'étude et des autres stations non référencées dans l'AFC.

Le suivi des sites a permis de pallier la rareté de certaines espèces ou a confirmé les absences. La récolte des pelotes de *Tyto alba* a couvert 90 secteurs de cartes à 1/50000e du Limousin, soit le tiers des secteurs de la région (les 35 sites choisis occupent 33 secteurs). Les données sont celles de l'auteur.

Numérotation des stations	2	3	5	6	7	8	9	10
Apodemus flavicollis	15	0	11	0	0	20	22	1
A. sylvaticus	506	770	180	178	212	314	149	172
Clethrionomys glareolus	115	182	39	36	30	50	51	41
Microtus agrestis	345	406	165	147	90	103	225	100
M. arvalis	111	820	293	712	571	573	145	272
Crocidura russula	480	1016	52	356	206	89	40	183
Sorex coronatus	279	250	256	67	49	389	319	65
S. minutus	95	43	21	11	5	45	61	6
Neomys anomalus	2	6	6	1	0	1	9	0
N. fodiens	6	22	10	3	1	17	10	2
Arvicola sapidus	3	51	14	2	2	2	2	3
A. terrestris	11	0	25	0	0	15	65	0
Microtus pyrenaicus	44	174	8	24	9	12	6	8
M. subterraneus	0	0	11	0	4	62	18	5
Micromys minutus	3	12	5	10	5	8	3	3
Muscardinus avellanarius	0	0	5	0	2	0	3	0
Talpa europaea	0	1	1	4	7	5	1	2
Eliomys quercinus	0	0	0	1	2	0	0	1
Myoxus glis	1	2	0	0	1	0		0
Mus musculus	1	13	0	12	5	8	2	7
Rattus norvegicus	1	3	2	13	2	2	0	2
R. rattus	0	0	0	1	1	0	1	1
groupe Amphibiens	3	123	8	19	2	26	1	40
groupe Divers	0	6	1	4	7	7	2	6

Numérotation des stations	11	12	13	14	15	16	17	18
Apodemus flavicollis	37	22	30	28	8	35	25	22
A. sylvaticus	654	322	515	397	108	647	504	200
Clethrionomys glareolus	205	200	71	77	20	109	165	27
Microtus agrestis	535	158	269	393	336	828	454	240
M. arvalis	479	80	421	391	155	297	325	144
Crocidura russula	255	83	312	297	68	187	222	140
Sorex coronatus	534	78	80	352	215	435	222	240
S. minutus	80	9	8	67	14	98	44	18
Neomys anomalus	23	1	0	15	3	15	2	3
N. fodiens	33	1	2	17	4	10	13	8
Arvicola sapidus	11	3	8	7	9	7	12	1
A. terrestris	11	68	280	111	31	112	116	46
Microtus pyrenaicus	41	30	26	61	3	41	58	22
M. subterraneus	3	0	0	28	2	0	0	0
Micromys minutus	27	0	0	4	14	7	3	2
Muscardinus avellanarius	8	0	0	0	0	0	0	0
Talpa europaea	5	1	0	1	1	1	0	1
Eliomys quercinus	1	0	0	0	0	1	0	0
Myoxus glis	2	1	0	0	0	0	0	1
Mus musculus	2	3	5	4	1	8	11	1
Rattus norvegicus	0	0	0	0	0	1	2	1
R. rattus	0	0	1	0	0	0	2	0
groupe Amphibiens	37	1	5	2	4	22	15	11
groupe Divers	1	1	4	2	3	5	8	2

ANNEXE II A - Tableau espèces - sites de l’analyse numérique (effectifs en données brutes). Pour les noms des sites, se reporter l’annexe I. Auriac (1) et Chambonchard (4) sont dans le texte.

Numérotation des stations	19	20	22	23	24	25	26	27
Apodemus flavicollis	0	8	5	17	0	19	14	15
A. sylvaticus	436	157	119	299	269	233	216	262
Clethrionomys glareolus	50	42	32	53	54	95	65	33
Microtus agrestis	120	213	215	241	243	268	218	144
M. arvalis	1047	57	69	215	1180	519	9	345
Crocidura russula	310	46	42	355	516	176	118	153
Sorex coronatus	52	168	184	95	184	327	137	144
S. minutus	8	28	27	11	19	48	11	28
Neomys anomalus	0	0	4	3	1	5	5	1
N. fodiens	0	10	15	5	2	17	9	10
Arvicola sapidus	1	5	3	8	0	2	6	2
A. terrestris	0	14	18	0	0	45	71	41
Microtus pyrenaicus	22	22	11	54	27	12	13	25
M. subterraneus	0	6	26	0	0	10	0	28
Micromys minutus	2	1	5	5	31	5	0	3
Muscardinus avellanarius	1	0	0	0	0	2	0	2
Talpa europaea	0	1	0	2	3	3	0	2
Eliomys quercinus	0	1	0	0	1	3	0	5
Myoxus glis	0	0	0	0	0	0	0	1
Mus musculus	14	2	3	13	5	5	1	13
Rattus norvegicus	0	1	0	3	2	1	1	2
R. rattus	0	0	0	0	1	0	0	1
groupe Amphibiens	6	0	16	5	5	17	7	25
groupe Divers	4	2	2	6	4	5	0	3

Numérotation des stations	28	29	30	31	32	33	34	35
Apodemus flavicollis	12	7	27	23	11	28	0	7
A. sylvaticus	208	251	212	589	533	544	622	150
Clethrionomys glareolus	53	31	50	262	84	139	112	11
Microtus agrestis	407	36	206	762	534	508	400	62
M. arvalis	140	1202	70	370	203	423	554	550
Crocidura russula	34	405	4	656	97	226	486	148
Sorex coronatus	255	73	192	789	306	215	42	58
S. minutus	44	12	29	77	38	41	4	2
Neomys anomalus	11	3	3	14	3	6		0
N. fodiens	10	2	6	20	12	16	3	1
Arvicola sapidus	5	0	3	14	6	8	12	1
A. terrestris	18	0	8	334	77	105	0	0
Microtus pyrenaicus	17	5	3	61	39	71	34	2
M. subterraneus	7	4	5	0	4	0	0	4
Micromys minutus	13	7	1	4	9	9	12	3
Muscardinus avellanarius	0	2		0	0	0	0	1
Talpa europaea	0	2	2	2	1	3	2	2
Eliomys quercinus	0	0	0	0	2	3	0	0
Myoxus glis	0	0	0	0	0	0	4	0
Mus musculus	6	3	3	19	5	7	8	2
Rattus norvegicus	0	2	0	9	0	1	0	1
R. rattus	0	0	0	4	0	1	0	0
groupe Amphibiens	4	37	35	36	3	5	12	0
groupe Divers	3	4	1	9	5	3	2	1

ANNEXE II B - Tableau espèces - sites de l’analyse numérique (effectifs en données brutes). Pour les noms des sites, se reporter à l’annexe I. Sioniac (21) est dans le texte.